

Japanese Patent Laid-open Publication No. HEI 6-246542 A

Publication date : September 6, 1994

Applicant : Nitto Denko Corp., Research Development Corp.  
of Japan and Yuzo MORI

5 Title : METHOD FOR WORKING AN ORGANIC MATERIAL

[Abstract]

[Object]

10 Provided is a working method which makes it possible  
to work an organic material minutely with no strain, and  
causes a thermal deterioration layer or a surface  
deterioration layer based on ion impact or the like not to  
be generated on a worked surface.

[Means]

15 An organic material W is set up at a given interval  
from an electrode 2 inside a reaction chamber 1, and a high  
frequency electric power is applied to the working electrode  
2 in the state that a given pressure or more is kept inside  
this chamber 1 with an atmosphere of a mixed gas of air and  
20 an inert gas, or an atmosphere of either one thereof, so  
as to generate plasma between the electrode 2 and the organic  
material W. Reaction of the organic material and radicals  
in the plasma is used to work the organic material.

25 [0012]

J1033 U.S. PTO  
09/872421



In the present invention, it is possible to use, as the atmosphere gas, an inert gas, air,  $N_2$ ,  $O_2$ , or a mixture of an inert gas and one or more thereof. In the case that an inert gas is mixed with  $N_2$  and  $O_2$ , the ratios therebetween  
5 may be arbitrarily selected. If an inert gas is mixed with several percentages or less (by volume) of  $CF_4$  or  $SF_6$ , working speed is improved.

[Brief Description of the Drawings]

10 [Fig. 1]

This is a view showing an outline of a machine used for carrying out the working method of the present invention.

[Fig. 2]

This is a perspective view in which a working electrode  
15 2 and a linear stage 3 in the working machine are extracted and shown.

[Fig. 3]

This is a view for explaining an Example of the working method of the present invention.

20 [Fig. 4]

This is a view for explaining another Example.

[Fig. 5]

This is a view for explaining a further Example.

[Fig. 6]

25 This is a view showing a modified example of the working

electrode used for carrying out the method of the present invention.

[Explanation of symbols]

- 1      reaction chamber
- 5   1a   nozzle
- 2      working electrode
- 3      linear stage
- 4      matching element
- 5      high frequency power source device
- 10   6   gas supplying device
- 7      exhauster
- W      workpiece (organic material)

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-246542

(43)公開日 平成6年(1994)9月6日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 H 1/00		A 9239-3C		
// B 2 3 K 10/00	5 0 1	Z 7920-4E		
C 0 8 J 7/00	3 0 6	7310-4F		
C 2 3 F 4/00		E 8414-4K		
H 0 5 K 3/26		7511-4E		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-39783

(22)出願日 平成5年(1993)3月1日

(71)出願人 000003964

日東電工株式会社

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(71)出願人 390014535

新技術事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71)出願人 000191593

森 勇蔵

大阪府交野市私市8丁目16番9号

(72)発明者 関 正治

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東  
電工株式会社内

(74)代理人 弁理士 西田 新

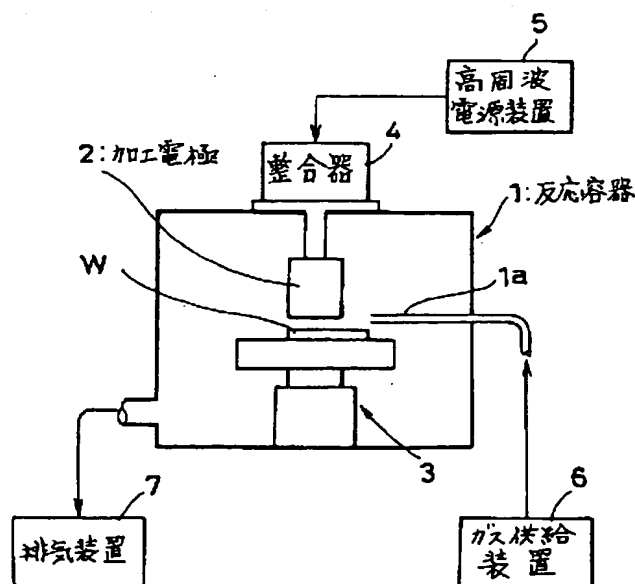
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機材料の加工方法

(57)【要約】

【目的】 有機材料を無ひずみで精密に加工でき、しかも、加工面に熱的変質層やイオン衝撃等による表面変質層が発生しない加工方法を提供する。

【構成】 反応容器1内に、有機材料Wを電極2に対して所定の隙間を隔てて配置するとともに、この容器1内を、空気と不活性ガスとの混合ガス、もしくはそれら単体のガス雰囲気でかつ所定圧力以上に維持した状態で、加工電極2に高周波電力を印加して、その電極2と有機材料Wとの間にプラズマを発生させ、そのプラズマ中のラジカルと有機材料との反応を利用して加工を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部に加工電極が配設された反応容器内に、有機材料を上記電極に対して所定の隙間を隔てて配置するとともに、この容器内を、ガス雰囲気でかつ所定圧力以上に維持した状態で、上記電極に高周波電力を印加して、その電極と有機材料との間にプラズマを発生させ、そのプラズマ中のラジカルと有機材料との反応を利用して加工を行う有機材料の加工方法。

【請求項2】 有機材料の加工面上に所定パターンの金属製マスクを配置した状態で、その有機材料の加工を行うことを特徴とする請求項1に記載の有機材料の加工方法。

【請求項3】 上記加工電極と有機材料の相対的な移動により、当該電極を有機材料の加工面上に沿って走査することを特徴とする請求項1もしくは請求項2に記載の有機材料の加工方法。

【請求項4】 金属物質と有機物質との複合材料を加工することを特徴とする請求項1、請求項2もしくは請求項3に記載の有機材料の加工方法。

【請求項5】 金属、半導体もしくは無機物絶縁体のいずれかの表面上に形成された有機物質を加工することを特徴とする請求項1、請求項2もしくは請求項3に記載の有機材料の加工方法。

【請求項6】 有機材料に開口された貫通孔内に上記ラジカルを含んだガスを導いて、その貫通孔の内壁面の加工を行うことを特徴とする請求項1に記載の有機材料の加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は有機材料の加工方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 まず、結晶質および非晶質の無機材料の加工においては、最終表面仕上を行うための、いわゆる超精密加工として、EEM:Elastic Emission Machining（特開平1-236939号公報）をはじめとして、非常に優れた技術が開発されている。また、最終表面仕上の前加工段階においても、残留クラックおよび熱的変質層等の欠陥が発生せず、しかも空間分解能の高い高精度の加工を行える加工法としてラジカル反応を利用したCVM:Chemical Vaporization Machining（特開平4-128393号公報）が提案されている。

【0003】 これに対し、有機材料は、比較的柔らかく刃物による切削が容易であることから、従来では多くの場合、特別な加工法を採用しなくても、その加工について大きな問題はなかった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、近年、高機能性（例えば高硬度・高耐熱性 低熱変形など）の有機材料が数多く開発されてきており、これに伴い、有機材

料の加工精度に対する要求も非常に厳しくなっている。そこで、最近では、そのような要求に対応した精密加工技術として、高強度のレーザービームを利用した加工法が用いられるようになってきているが、この加工法によれば、加工面に熱的変質層が残るといった欠点や、大面積の加工を行う際にはコスト高となる等の問題がある。

【0005】 また、そのような高機能性の有機材料を加工する方法として、無ひずみで、熱的変質層やイオン衝撃等による表面変質層が生じない、精密な加工技術は現状では存在しない。

【0006】 さらに、ポリミド等の有機材料は単体で利用されることが少なく、金属や半導体などに積層された状態で利用されることが多いが、金属や半導体がフォトリソグラフィ技術などで精密パターンに加工することが可能であるのに対し、有機材料では、上記したように精密な加工法がなく、このことが、有機物質と金属物質で構成される精密な複合材料（複合部品）の実現化への大きな障害となっている。

【0007】 本発明はそのような事情に鑑みてなされたもので、有機材料を無ひずみで精密に加工でき、しかも、加工面に熱的変質層やイオン衝撃等による表面変質層が発生しない加工方法の提供を所期の目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の加工方法は、内部に所定形状の加工電極2が配設された反応容器1内に、有機材料Wを電極2に対して所定の隙間を隔てて配置するとともに、この容器1内を、ガス雰囲気でかつ所定圧力以上に維持した状態で、加工電極2に高周波電力を印加して、その電極2と有機材料Wとの間にプラズマを発生させ、そのプラズマ中のラジカルと有機材料との反応を利用して加工を行うことを特徴とする（図1参照）。

## 【0009】

【作用】 加工電極2への高周波電力の印加により、この電極2と被加工物である有機材料Wとの間にプラズマを発生させると、そのプラズマ放電で生成したラジカル（遊離基）と有機材料との反応によって生成される揮発性化合物の蒸発により、加工電極2と対面する部分の有機材料が除去され、これによって加工が進行する。

【0010】 ここで、気体分子の平均自由行程は、一般に $10^{-3}$  atmで数 $\mu\text{m}$ 以下であることから、加工の際の雰囲気ガスの圧力を、例えば1/100 気圧以上に設定しておくことで、その荷電粒子が電界によって高速に加速されず、これによって、有機材料の加工面が、高速イオン衝撃のよるスパッタリングでダメージを受けることはない。さらに、ラジカル反応を利用した加工は、加工過程において材料に物理的な応力が作用することがなく、従って、加工ひずみが発生することもない。

【0011】 ここで、加工時の雰囲気として、金属や半

導体用の反応ガスを積極的に混合せずに、He、Ne、Ar等の不活性ガスのみの条件で、有機物質と金属との複合材料を実際に加工したところ、有機材料を金属や半導体に対して選択的に加工することができるという結果が得られた。

【0012】なお、本発明においては、雰囲気ガスとして不活性ガスの他、空気、 $N_2$ 、 $O_2$ も使用でき、また、不活性ガスとこれらを混合して用いることもできる。不活性ガスに空気、 $N_2$ 、 $O_2$ を混合する場合の割合は任意であってもよい。さらに、不活性ガスに $CF_4$ や $SF_6$ などを数%（体積比）程度まで混合すれば加工速度が向上する。

【0013】

【実施例】本発明の加工方法の実施例を、以下、図面に基づいて説明する。まず、本発明の加工方法を実施するのに使用する装置を説明する。図1はその加工装置の概略構成を示すブロック図で、図2はその装置の加工電極2とリニアステージ3を抽出して示す斜視図である。

【0014】反応容器1の内部には、被加工物（有機材料）Wを保持するリニアステージ3と、その上方に位置する加工電極2が配置されており、その加工電極2には整合器4を介して高周波電源装置5が接続されている。高周波電源装置5は、100MHz以上の周波数の電力、例えば145MHz、240Wの高周波電力を加工電極2に印加することが可能な電源装置である。

【0015】また、反応容器1には、ステージ3上の被加工物Wと加工電極2の間に、ノズル1aが設けられている。このノズル1aには、ガス供給装置6からHeなどの不活性ガスが一定の流量で供給される。さらに、反応容器1には、この容器内圧を0.1Torr程度にまで減圧するための排気装置7が接続されている。

【0016】さて、以上の加工装置を用いて本発明方法を実施した具体的な例を、以下に述べる。まず、Siウェハ表面上に厚さ20 $\mu$ mのポリイミドを積層した試料を被加工物Wとしてリニアステージ3上に載置し、また、加工電極2としては、厚さが0.125mm、長さが30mmのAl製の平板を使用して、この加工電極2と被加工物Wのポリイミド上面との間のギャップを0.2mmに設定する。

【0017】次いで、反応容器1内を0.1Torr程度にまで減圧した後、この容器内にHeガスを充填して1気圧に維持した状態で、加工電極2に周波数145MHzで240Wの高周波電力を印加し、さらに、リニアステージ3を12mm/分で走査しつつ電極2と被加工物Wとの間に、Heガスを、ノズル1aを通じて流量10（リットル/分）で、電極2と平行に流した状態で平面加工を行ったところ、加工量（削り取り深さ）が約0.2 $\mu$ mで、その表面粗さが0.005 $\mu$ m（ $R_{max}$ ）以下と非常に平滑な精密加工を行うことができた。

【0018】なお、以上の平面加工において、加工雰囲気

気ガスの条件を代えて、Heガスに体積比で3%の $O_2$ ガスを混合した状態で加工を行ったところ、Heガスのみの雰囲気の場合に対して、加工量が2倍ほど深くはなかったが、表面粗さは悪くなるという結果が得られた。

【0019】また、先の実施例と同じ被加工物Wをリニアステージ3上に載置し、さらに、被加工物Wの加工面上に、金属マスク（厚さが0.025mmで、角0.1mm正方形の穴が0.125mmのピッチで開口された銅製メッシュ）を載置した状態で、先と同一条件で5分間の加工を行ったところ、その銅製メッシュは全く加工されず、ポリイミドのみがメッシュの開口形状に応じて加工され、図3に示すような正方形のくり抜き穴を開くことができた。このとき、ポリイミドPが加工によって完全に除去され、そのSiウェハSの表面がラジカルにさらされても、そのウェハ表面は全く加工されることがなかった。

【0020】次に、本発明方法を、配線板（銅とポリイミドとの積層体）の加工に適用した例を、図4を参照しつつ説明する。まず、この配線板F1は、厚さ50 $\mu$ mのポリイミドフィルムP1の上に、厚さ40 $\mu$ mの銅箔を、エポキシ樹脂が主成分の接着剤で貼り合わせた後、フォトレジストによるパターンニング工程、酸性のエッチング液による銅箔のエッチング工程およびフォトレジストの除去工程を経て、線幅が0.2mmの細線パターンC1を得た後に、さらに、そのパターン上にポリイミドフィルムP1を、接着剤E1を用いて貼り合わせた積層体である。

【0021】そして、この例においても、加工は図1の装置を用いて、先と同様な条件で行うわけであるが、被加工物である配線板F1は、図4(a)に示すように、その細線パターンC1が加工電極2と直行するように、ステージ3上に載置し、また、ステージ3による走査は行わずに、配線板F1と加工電極2との位置関係は固定した状態で加工を行ったところ、図4(b)に示すように、銅製の細線パターンC1には殆ど影響を与えることなく、その細線の周辺の接着剤E1とポリイミドフィルムP1のみを除去できた。従って、このような加工法を採用することで、細線パターンが埋め込まれた構造の配線板であっても、その細線パターンの露出つまりパターンのコンタクト部形成を容易に行える。

【0022】次に、本発明方法を、銅とポリイミドとの積層体に開口した貫通孔の内壁面の加工に適用した例を、図5(a)、(b)を参照して説明する。なお、図5では、貫通孔Hの中央位置で切断した状態を示している。

【0023】まず、被加工物である積層体F2は、厚さ40 $\mu$ mの銅箔C2と、厚さ50 $\mu$ mのポリイミドフィルムP2とを、接着剤（エポキシ樹脂が主成分）E2を挟んで交互に積層したもので、直径0.6mmの貫通孔Hが開口されている。そして、この加工例では、貫通孔Hを加工電極の真下に配置して、また、その貫通孔H内に加工時のラジカルを含んだガスが導くために、雰囲気ガス

5

(Heガス)をノズル1aから孔内へと流入させつつ、その孔内壁の加工を行ったところ、図5(b)に示すように、銅箔C2は全く加工されず、ポリイミドフィルムP2と接着剤E2のみが除去された。従って、このような加工法は、次工程であるスルーホールメッキの施工性に対して非常に利点のある手法となる。

【0024】すなわち、銅箔と有機フィルムとの積層体にスルーホールを開孔(ドリル加工など)した後では、孔加工面の銅箔が接着剤の付着により汚れた状態となっており、また、孔内面の銅箔加工面とフィルム加工面とが面一の状態となっていることから、そのままの状態ですルーホールメッキを施すと、銅箔への銅メッキの付着性が悪いこと、さらに銅箔とフィルムとの境界でメッキの縁切れが生じるなどの原因によってコンタクト不良が発生し易くなるが、上記した孔加工を行うことで、孔加工面の銅箔に付着した接着剤は完全に除去され、しかも、図5(b)に示すように、孔内面で銅箔C2が、ポリイミドフィルムP1や接着剤E2に対して突出した状態となるので、メッキ時の銅箔C2への銅の析出状態が良好となる結果、スルーホールメッキの施工性が向上する。

【0025】ここで、加工時のガス雰囲気圧力は、先に説明したように、1/100気圧以上であれば問題はないが、金属や半導体に対する加工の選択性を考慮すると、その上限は1気圧程度が好ましい。

【0026】また、本発明の加工方法を実施するのに使用する加工電極としては、上記の実施例で示した平板電極のほか、例えば金属ワイヤーを直線状に張ったワイヤ電極あるいは針状電極など、プラズマ放電を微小領域に集中できるものであれば、任意の形状のものを使用できる。さらに、加工電極の放電面の2次元形状を、所望の加工形状に合わせておくことで、その形状に沿った加工も可能になる。例えば図6に示すように、加工電極62を円筒形状とすることで、円形の打ち抜き加工が可能となる。

【0027】なお、本発明方法は、ポリイミドなどの高機能性の有機材料の加工に限られることなく、一般的な有機材料を含めた広い範囲の有機材料の加工に適用可能であるとは言うまでもない。

【0028】

6

【発明の効果】以上説明したように、本発明の加工方法によれば、有機材料の加工にラジカル反応を利用するので、加工面の表面粗さが例えば0.005μm程度と非常に精密な加工を、無ひずみで行うことが可能になる。また、加工部に熱的変質層やイオン衝撃等による表面変質層が発生することもない。しかも、例えばポリイミド等の高機能性の有機材料であっても、そのような無ひずみの超精密加工が可能で、これによって、高機能性の有機材料と金属等との複合材料(部品)の超精密化を実現できる。

【0029】さらに、基本的にラジカル反応を利用した加工であることから、加工の自由度が高く、これにより、表面加工のみならず外形(輪郭)加工、凹孔のくり抜き加工あるいは貫通孔の内壁面の加工などの各種の加工に適用可能である。さらにまた、金属や半導体に対して選択的な加工が可能で、これによって、加工の際に被加工物上に金属マスクを配置するだけで、有機材料を所望のパターンに容易に加工できるといった点の効果も大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の加工方法の実施に使用する装置の概略構成を示す図

【図2】その加工装置の加工電極2とリニアステージ3を抽出して示す斜視図

【図3】本発明の加工方法の実施例を説明する図

【図4】他の実施例を説明する図

【図5】更に別の実施例を説明する図

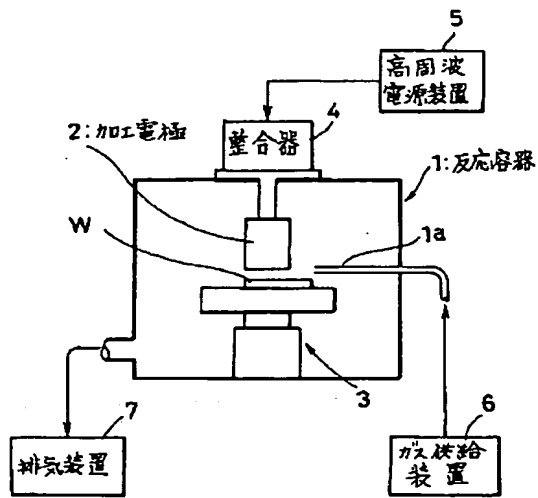
【図6】本発明方法を実施するのに使用する加工電極の変形例を示す図

【符号の説明】

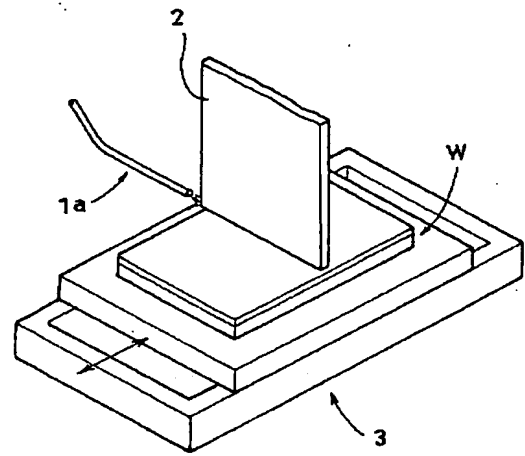
- 1・・・反応容器
- 1a・・・ノズル
- 2・・・加工電極
- 3・・・リニアステージ
- 4・・・整合器
- 5・・・高周波電源装置
- 6・・・ガス供給装置
- 7・・・排気装置
- W・・・被加工物(有機材料)

40

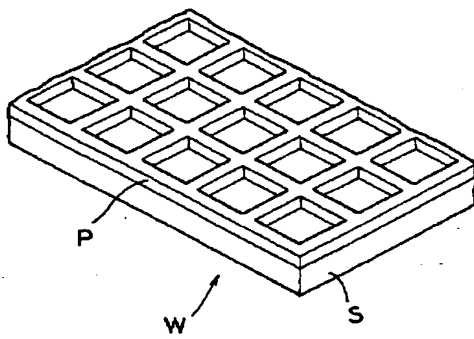
【図1】



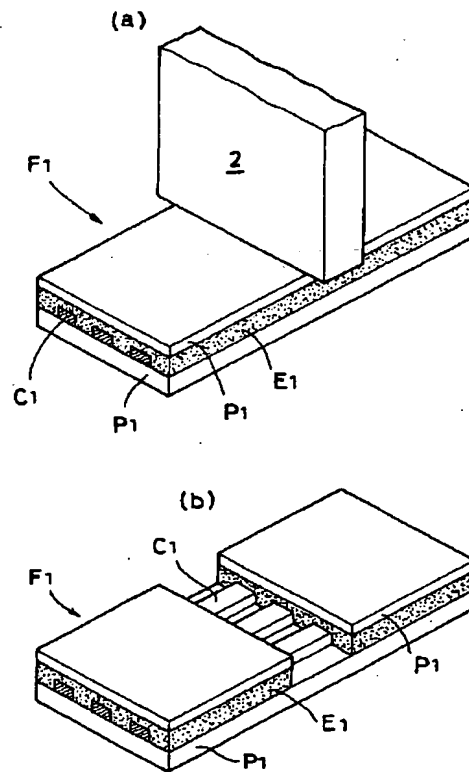
【図2】



【図3】

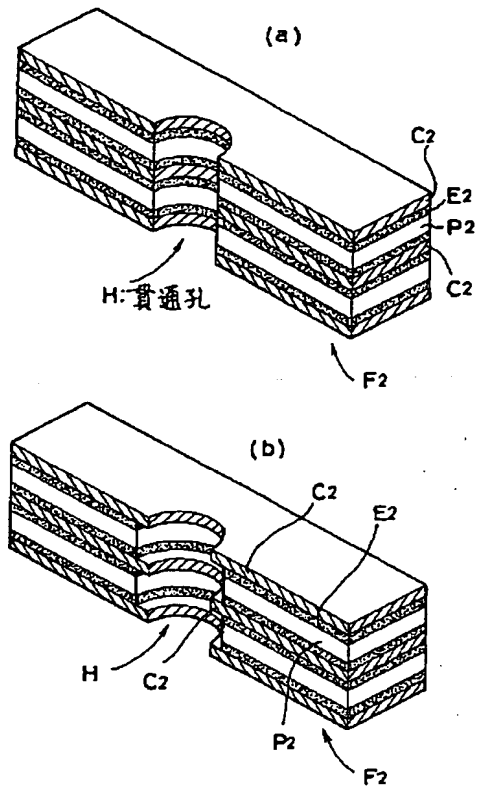


【図4】

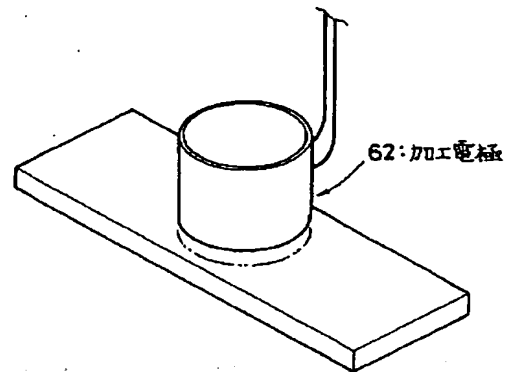




【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72) 発明者 宮崎 司  
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東  
電工株式会社内

(72) 発明者 矢野 周治  
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東  
電工株式会社内  
(72) 発明者 森 勇蔵  
大阪府交野市私市8丁目16番9号